Principais vidrarias usadas durante o curso de química Orgânica I

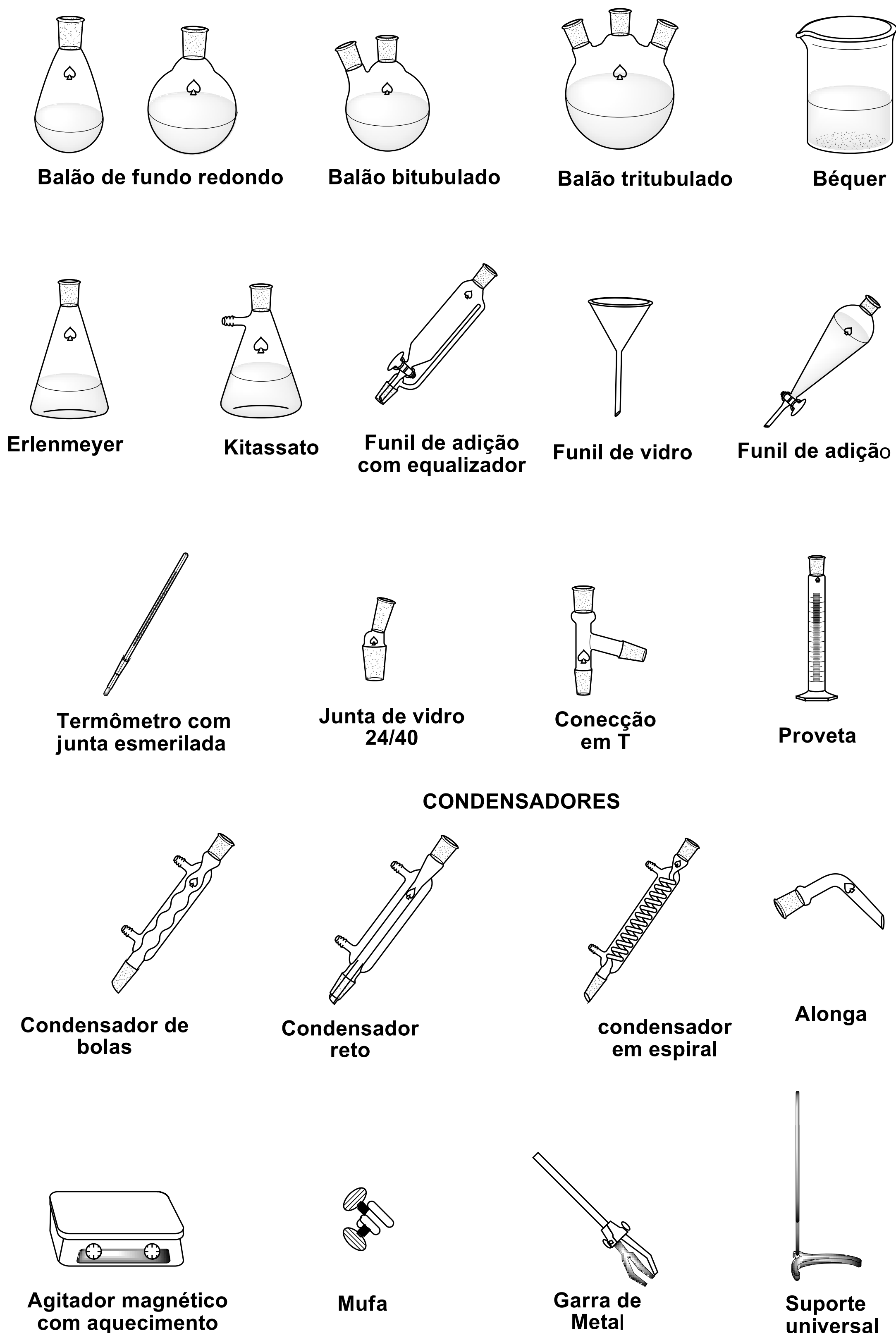


Figura 1. Materiais e vidrarias usados em laboratório.



Figura 2. Materiais e vidrarias usados em laboratório.

CAPÍTULO 02 EXPERIMENTO 01

PESQUISA DE CARBONO EM UMA AMOSTRA ORGÂNICA

2.1. Objetivos

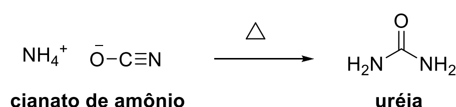
Diferenciar substâncias Orgânicas e Inorgânicas. Montar um pequeno experimento laboratorial ***qualitativo*** para determinação de carbono em uma amostra orgânica (algodão).

2.1.1. Objetivos Específicos

Fazer uma reação de oxi-redução tendo como agente oxidante o óxido de cobre II (CuO). Esta reação levará à formação de dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O).

2.2. Introdução

No século XVIII, acreditava-se que apenas os seres vivos eram capazes de produzir substâncias orgânicas a partir de uma força vital. As demais substâncias, originadas dos minerais, eram classificadas como "inorgânicas". Posteriormente, experimentos de laboratório mostraram que substâncias inorgânicas, através de reações químicas, poderiam gerar substâncias orgânicas. (ex: formação da ureia, uma substância excretada por mamíferos, a partir do aquecimento de cianato de amônio). Veja equação química 1.1



Esquema 1. Síntese de Friederich Wölher realizada em 1928. A reação mostrou que substâncias inorgânicas (cianato de amônio) podem ser convertidas em substâncias orgânicas (ureia).

Pode-se disser que a química orgânica compreende o estudo do elemento carbono constituinte de determinadas substâncias químicas. Existem mais de 16 milhões de substâncias orgânicas, contudo, nem todas as substâncias que contêm carbono são substâncias orgânicas. Algumas propriedades das substâncias ajudam a classificá-las entre orgânicas ou inorgânicas:

Características de substâncias orgânicas:

- São combustíveis ex: octano, etanol, isso octano (gasolina), etc.

- Formam isômeros ex: etanol e éter dimetílico, 1- butanol e 2-butanol, etc.
- Formam polímeros ex: borracha, plástico, celulose.
- Decompõem-se em altas temperaturas (matérias primas, fármacos, alimentos, etc);
- Possuem geralmente baixos pontos de fusão e ebulição; (metano, propano, éter dimetílico são gases a temperatura ambiente)

O que confere as propriedades citadas acima é a forma com que os átomos estão ligados entre si. Esses átomos se ligam a fim de buscar mais estabilidade. Observou que quando o número de elétrons da camada mais externa de cada elemento contém o mesmo número de elétrons da camada mais externa dos gases nobres (Elementos da VIII A ou 18), os mesmos tem grande estabilidade.

A distinção entre substâncias ou compostos orgânicos e inorgânicos não é fácil. Mesmo substâncias formadas apenas por átomos de carbonos, conhecidas como formas alotrópicas do carbono, podem ser diferenciadas entre inorgânicas (grafite, e diamante) ou orgânicas (fulereno) devido às suas características finais.

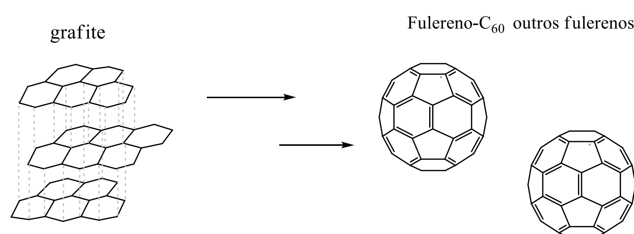


Figura 1. Esquema simbólico da "Geração e isolamento do fulereno C_{60} por vaporização do grafite" pelo aquecimento resistivo.

Assim, pode-se dizer que alguns gases como o CO_2 ou o CO, alguns sais como bicarbonatos ($NaHCO_3$, $Ca(HCO_3)_2$, carbonatos Na_2CO_3, K_2CO_3 ou cianetos (NaCN, KCN) possuem o elemento carbono mas não são orgânicos.

3. Reações químicas

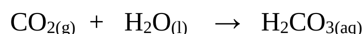
Quando do aquecimento de um material orgânico (por exemplo, algodão, que apresenta celulose em sua estrutura) juntamente com CuO, este óxido oxida a substância presente no material em análise transformando parte do conteúdo de carbono nele contido em gás carbônico, CO_2 e transformando o conteúdo de hidrogênio em água, H_2O.

O gás carbônico produzido entrando em contado com solução aquosa de hidróxido de cálcio, $Ca(OH)_{2(aq)}$ forma um precipitado branco insolúvel que é o $CaCO_{3s}$.

Reação de Oxidação

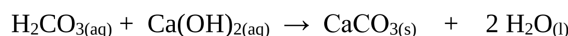
Amostra Orgânica (algodão) misturadas com $CuO_{(s)}$ produz cobre, (Cu_s), gás carbônico,($CO_{2(g)}$) e água

Equação Química da formação de um ácido a partir do respectivo anidrido



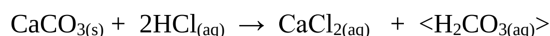
$$CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_2CO_{3(aq)}$$

Equação Química da Reação de Neutralização



$$H_2CO_{3(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow CaCO_{3(s)} + 2\,H_2O_{(l)}$$

Equação Química de uma Reação de Dupla Troca



$$CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + <H_2CO_{3(aq)}>$$

4. Parte experimental.

Faça uma montagem conforme o esquema abaixo.

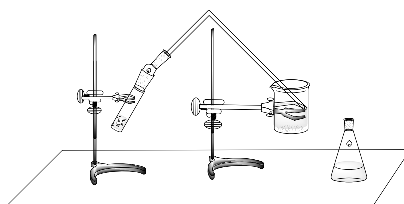


Figura 2. Montagem do experimento para determinação de carbono em uma amostra orgânica.

Montagem. Prenda o tubo de ensaio em uma garra acoplada a um suporte universal. Depois, já com a montagem feita, coloque o septo de borracha com a conexão de vidro na saída do tubo de ensaio (já contendo os materiais com os quais irá trabalhar, veja itens 1,2,3 e 4 do procedimento). Certifique-se que o sistema esteja totalmente fechado, com apenas a saída em contato com a solução previamente preparada de hidróxido de cálcio, $Ca(OH)_{2(aq)}$ que estará dentro do béquer.

Bico de Bünsen- Para este experimento, é importante aprender a usar o bico de Bünsen. *Certifique que não tenha nenhuma piceta contendo líquidos inflamáveis nas proximidades da montagem.* Gire a válvula de saída do gás, então ajuste a quantidade de saída do gás no bico de bünsen e posteriormente ajuste a entrada de oxigênio pela válvula inferior neste equipamento.

Execução do procedimento- Aproxime a chama da parte inferior do tubo de ensaio, tomando cuidado para a chama não atingir a garra. Espere até a reação iniciar, caracterizada por uma chama vermelha intensa dentro do tubo, e a projeção de gás na outro orifício da conexão de vidro.

5. Materiais e reagentes

Materiais		
Suporte Universal	Béquer de 50 mL	Garra
Mufa	Espátula	Pinça
Rolha de borracha	Tubo de ensaio	Bastão de vidro
Bico de bünsen	Tubo de vidro curvado	Vidro relógio

Reagentes	
Substância orgânica (algodão)	Solução saturada de hidróxido de cálcio ou $Ca(OH)_{2(aq)}$
Solução de ácido clorídrico	Óxido de cobre II (CuO)

6. ***Procedimento***

1. Pese aproximadamente **0,20 g de algodão**, algodão tem celulose, composto orgânico. Coloque esta massa em uma placa de Petri

Obs: Verifique se a balança está na posição apropriada, depois use um béquer pequeno para fazer a pesagem.

2. Pese um grama de óxido de cobre II, óxido cúprico, e o adicione sobre o algodão que foi pesado.
3. Misture o algodão com o Oxido de cobre II com auxilio de uma pinça;
4. Insira o algodão com oxido de cobre no tubo de ensaio;
5. Meça aproximadamente 20 mL de uma solução nova (recém preparada) de hidróxido de cálcio;
6. Transfira para um béquer e prenda-o em uma garra (conforme o **Figura 2)**;
7. Adapte o tubo de vidro curvado na extremidade do tubo de ensaio e no outro lado dentro da solução de hidróxido de cálcio;
8. Acenda o bico de Bünsen e aproxime-o da extremidade inferior do tubo de ensaio.

Ao usar Bico de Bünsen- *Certifique que não tenha nenhuma piceta contendo líquidos inflamáveis nas proximidades da montagem.* Gire a válvula de saída do gás, então ajuste a quantidade de saída do gás no bico de bünsen e posteriormente ajuste a entrada de oxigênio pela válvula inferior neste equipamento. Uma chama amarela fuliginosa

significa pouco oxigênio em relação à quantidade de gás que está sendo queimando, quanto mais clara a chama, mais eficiente esta sendo o trabalho realizado pelo bico de Bünsen

Obs: Cuidado para a chama não alcançar a borracha da garra, e lembre-se que após o experimento o tubo estará quente!

9. Observe a formação de um precipitado branco.
10. Após a formação do precipitado, desconecte o tubo de vidro com cuidado para não haver sucção de água.
11. Adicione solução aquosa de HCl à suspensão formada.
12. Desmonte toda a montagem e lave os materiais utilizados.

7. Questionário

1. Mostre as estruturas de Lewis do dióxido de carbono (CO_2), $CaCO_3$ e H_2CO_3.
2. Defina os compostos acima como anidridos, sais, ácidos ou bases.
3. Cite três propriedades dos compostos orgânicos.
4. Por que durante o experimento, houve a turvação da solução de $Ca(OH)_2$?
5. Poderia se usar $CaCO_3$ ao invés da $Ca(OH)_2$ para constatação de CO_2? Explique.
6. Qual a diferença de Cloreto de hidrogênio e ácido clorídrico?
7. Como se pode produzir cloreto de hidrogênio em laboratório?
8. Por que não se pode deixar a solução de $Ca(OH)_2$ aberta durante muito tempo em contato com o ar atmosférico. Qual a reação que ocorre?
9. Mostre o mecanismo da reação do cloreto de hidrogênio com água gerando os íons hidrônio e cloreto.

8. Informações adicionais:

• **Polímeros** são macromoléculas formadas a partir de unidades menores, conhecidas como monômeros, que se repetem ao longo da cadeia dos polímeros.

• **Algodão-** uma fibra branca obtida dos frutos de algumas espécies nativas das áreas tropicais da África, Ásia e América, tem o principal componente da fibra de a celulose, um polímero natural que representa a maior parte da sua composição química.

A cadeia de celulose é constituída por moléculas de glicose (monômero). A glicose, um hidrocarboneto constituído por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio está inserido na classe das hexones (hex- cadeia com 6 átomos de carbono oxe-sufixo para açucares).

A celulose tem a fórmula molecular $(C_6H_{10}0_5)n$, constitunido-se em um *polímero* de cadeia longa composto de somente um monômero, a glicose. Sua estrutura pode ser assim representada:

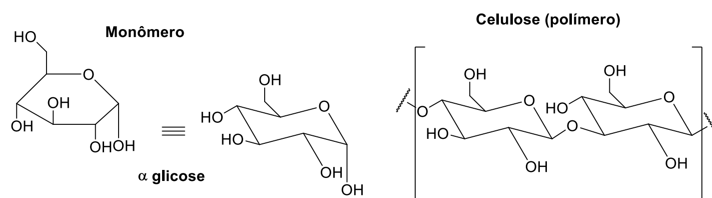


Figura 3. Estrutura da a glicose (monômero) e do polímero celulose, formado por várias glicoses ligadas pela ligação dos carbonos 1 e 4 dos respectivos monômeros.

(**Como gerar CO_2 em casa.**)

O dióxido de carbono é um gás produzido que pode ser produzido por fungos (fermentos ou leveduras) para produzir energia. É um composto necessário para o desenvolvimento de plantas. Atualmente, alguns aquaristas inserem dióxido de carbono nos aquários para desenvolver as plantas aquáticas.

O mais interessante é que ao invés de comprarem cilindros de CO_2, estes usam um sistema muito mais barato e fácil de fazer. Misturam em uma garrafa Pet leveduras e algum tipo de hidrocarboneto (ex; Açúcar, farinha) e essas começam a metabolizar os carboidratos

gerando CO_2, que por meio de um sistema fechado, pode ser inserido no aquário através de tubos de silicone. A inserção deste gás, além de luz necessária para a fotossíntese, garante a coloração verde das plantas nestes modelos de aquário conhecidos como aquários verdes.

CAPÍTULO 03- EXPERIMENTO 02

DETERMINAÇÃO DA PRESENÇA DE NITROGÊNIO, CLORO, E ENXOFRE EM UMA AMOSTRA ORGÂNICA.

3.1. Objetivos

Compreender a formação de complexos inorgânicos;

Mineralizar amostras orgânicas (formação do licor de Lassaigne).

Fazer a determinação em compostos orgânicos da presença de:

a) Nitrogênio;
b) Enxofre;
c) Halogênios (Cloro).

3.2. Objetivos específicos

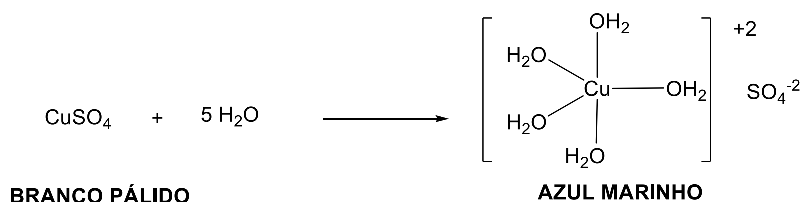
Desidratação de um complexo de Cobre pentaidratado;

Formação de complexos de enxofre e de nitrogênio.

3.2. Introdução *(Elementos do Bloco d)*

A química Inorgânica compreende o estudo de um grande número de elementos da tabela periódica incluindo os metais e os metais de transição. Os metais de transição contém uma série de elementos com algumas propriedades em comum. O primeiro cientista que relatou essas propriedades de “complexos” foi Alfred Werner, em 1893, que desenvolveu uma química conhecida como a química dos complexos de coordenação. Durante aquele tempo, Werner focou principalmente em complexos com metal cobalto e posteriormente se estendeu para vários outros metais. Assim, sais de metais de transição como o sulfato

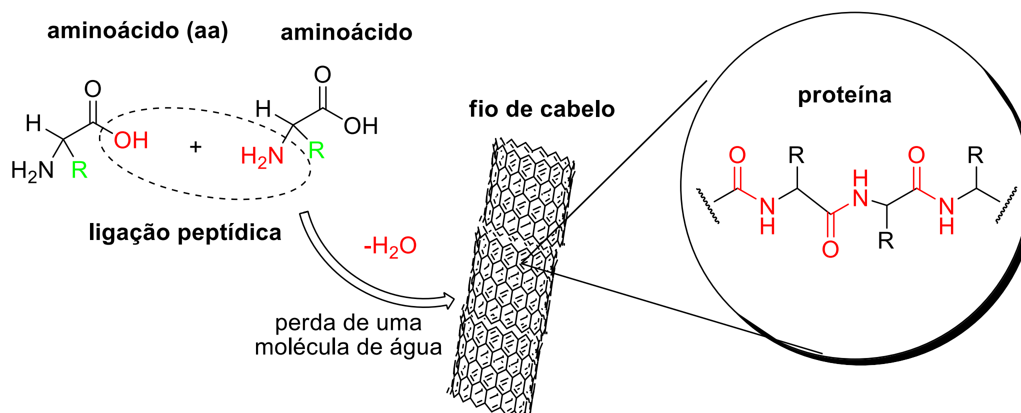
de cobre poderiam estar sem ligantes ($CuSO_4$ anidro) ou com ligantes (ligados a 5 moléculas água) ($CuSO_4 .5H_2O$). **Esquema 1.**



Esquema 1. Sulfato de cobre anidro e um complexo do sulfato de cobre coordenado por 5 moléculas de água.

Naquela época, ainda não se conhecia essas propriedades, e durante muitos anos os cientistas mais tradicionalistas combateram a possível formação de complexos. Após vários relatos observados por Werner com complexos de Cobalto, ficou constatado que os metais de transição formam vários complexos, e isso deu início a química inorgânica dos complexos de transição e posteriormente a química organometálica. Talvez mais de dois terços dos artigos publicados em química inorgânica estão associados á complexos.

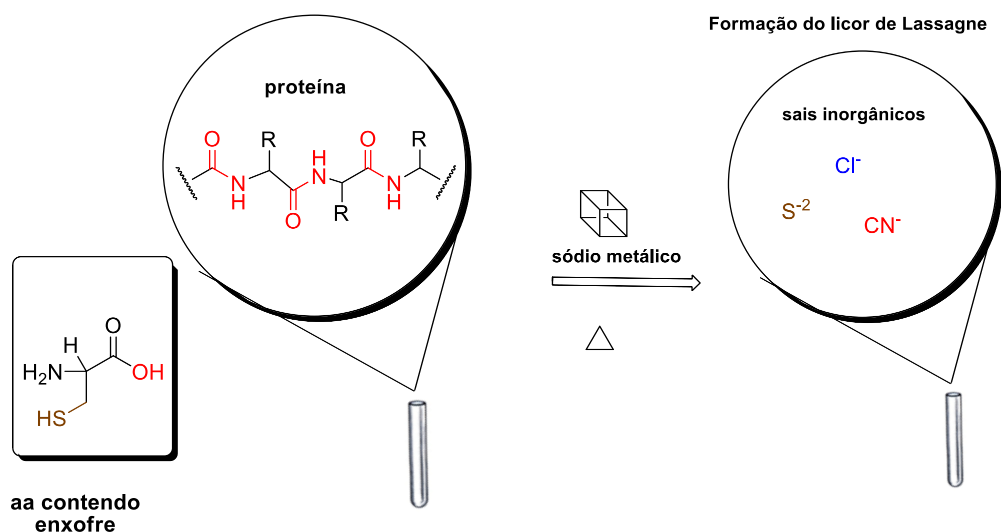
Esses complexos podem ter uma infinidade de aplicações e durante esta prática, formaremos complexos inorgânicos para evidenciar a presença dos elementos tais como nitrogênio e enxofre a partir de uma amostra orgânica. Contudo, não podemos simplesmente usar a amostra orgânica, pois os elementos C, N, O, S estão ligados entre si por ligações covalentes. **Esquema 1.**



Esquema 2. I. Aminoácidos formando uma ligação peptídica pela perda de uma molécula de água. II. Uma proteína (queratina) que forma a estrutura de um fio de cabelo.

Assim, um tratamento prévio consiste na quebra dessas ligações covalentes e transformá-los em substâncias ionizáveis que possam ser identificadas através da formação de complexos.

A amostra orgânica, como por exemplo, uma mexa de cabelo ou um pedaço de unha terá um tratamento prévio com sódio metálico a quente para liberar (quebrar as ligações covalentes) desses elementos em forma de sais inorgânicos **Esquema 2.**

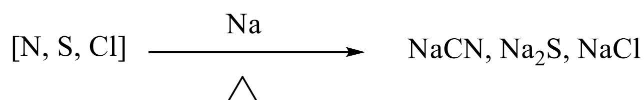


Esquema 3. O tratamento deste fio de cabelo com um pedaço de sódio metálico leva formação de sais inorgânicos (método de Lassaigne).

Em seguida, uma solução alcalina será obtida desta reação, quando o tubo de ensaio contendo a amostra orgânica reagida for solubilizado em água. Seguindo o roteiro da apostila, será fácil formar complexos em que esses elementos (enxofre e nitrogênio) participarão como ligantes. O interessante é que vários desses complexos se caracterizam por uma coloração intensa quando se ligam as sais de enxofre ou de nitrogênio e usaremos desse artifício para demonstrar a presença desses elementos. Será feito apenas uma análise química qualitativa da amostra orgânica, não se preocupando em quantificar a quantidade de cada elemento nesta amostra (análise quantitativa).

Os elementos mais comumente encontrados nos compostos orgânicos são: carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre e os halogênios que são chamados de elementos organógenos. Os menos comuns são: fósforo, arsênio, antimônio, mercúrio, ou outros que possam estar sob a forma de sais ácidos orgânicos.

3.3. Teste de fusão de sódio (detecção de N, S e X)



O teste consiste quebra de ligações covalentes de determinado composto orgânico a partir da reação com excesso de sódio metálico, quando átomos de nitrogênio, enxofre ou halogênios são ionizados, convertendo-se respectivamente em cianeto (CN^-), sulfeto m(S^{-2}) ou cloreto (Cl^-) de sódio. A reação consiste simplesmente no aquecimento do material orgânico com pedaços de sódio metálico. Deve-se aquecer diretamente o tubo de ensaio, contendo o material orgânico e o sódio metálico, em uma chama a partir de um bico de Bünsen, durante 45 segundos aproximadamente (o material dentro do tubo ficará vermelho). Posteriormente, o material reagido e transferido para um béquer contendo água destilada, que resultará na formação de uma solução contendo os respectivos íons formados com os átomos de nitrogênio, enxofre e cloro. Este material será filtrado, a fim de remover qualquer pedaço de sólido que não reagiu durante a reação, ou até mesmo pedaços de vidro, resultante da quebra do tubo de ensaio. Depois os elementos presentes na forma de íons são detectados mediante ensaios específicos.

3.4. Reações químicas

3.4.1. Sódio Metálico

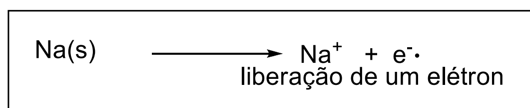
O sódio é um metal da coluna 1A e tem grande tendência para perder 1 elétron e se transformar num cátion Na^+. Quando em contato com o ar, se oxida para formar o óxido de sódio, mas quando inerte em um solvente orgânico (tolueno, hexano), fica na forma reduzida por tempo indeterminado.

O sódio metálico ($Na_{(s)}$) quando entra em contato com a água, gera o gás hidrogênio, o uma base (hidróxido de sódio). Essa reação é extremamente exotérmica e a presença do gás hidrogênio, produzido pela reação, pode levar a formação de uma chama de cor avermelhada. A constatação da formação do hidróxido de sódio pode ser feito pela simples adição de um indicador de pH básico.

Quebra homolítica

$H_2O \xrightarrow{e^-} H{-}O^{\bullet} + :H^{\ominus}$ hidreto

$H{-}O^{\bullet} \xrightarrow[Na^+]{e^-} H{-}O:^{\ominus}$ hidróxido de sódio



Quebra heterolítica

$H_2O + :H^{\ominus} \longrightarrow H{-}O:^{\ominus} + H{-}H\,(g)$

hidróxido de sódio hidrogênio gás

Esquema 4. Formação de hidrogênio e 2 moléculas de hidróxido de sódio pela reação de moléculas de água com o sódio metálico.

O excesso de sódio usado durante a formação do licor de Lassaigne reagirá com água destilada do béquer como mostrado no esquema acima. Desta forma, evidenciaremos a formação de uma pequena explosão, com a possível projeção de vidros quebrados do tubo de ensaio.

3.4.2. Teste da presença de Nitrogênio (Formação do complexo azul da Prússia).

$$[N] \xrightarrow[\triangle]{Na} NaCN_{(aq)}$$

A primeira equação representa a reação do sódio metálico com a amostra orgânica, representada por [N], pois após a fusão com sódio, forma-se cianeto de sódio. Em seguida, se pega uma pequena alíquota da solução formada para detecção deste íon. Apenas adicionado alguns reagentes contendo sais de ferro, é possível formar um complexo de cor muito intensa, chamado azul da Prússia. Neste caso o complexo formado envolverá o Ferro (Fe^{2+}) e os íons CN^- da solução aquosa. O complexo formado terá a fórmula molecular $Fe_7N_{18}C_{18}$.

Na verdade esse complexo compreende 6 ânions cianeto ligados ao metal ferro (Fe^{2+}) representado pela fórmula $[Fe(CN)_6]^{-4}$. Na verdade, 3 anions de $[Fe(CN)_6]^{-4}$ formarão com 3 íons de Fe3+ para gerar o complexo final representado pela fórmula $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$

.

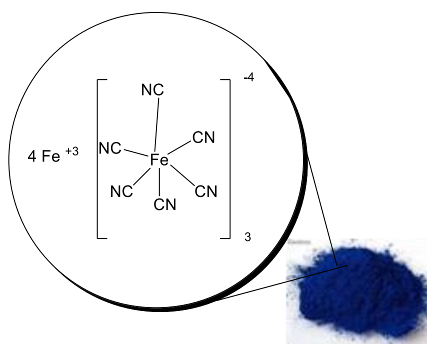
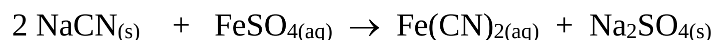


Figura 1. Complexo do azul da Prússia.

A nomenclatura para este complexo é Ferrocianeto férrico, ferrocianeto de ferro(III), hexacianoferrato(II) de ferro(III), hexacianoferrato férrico.

Podemos esquematizar a formação deste complexo metálico colorido a partir da reação de dupla troca envolvendo os sais de cianeto de sódio ($NaCN_{(aq)}$), que foi a amostra preparada com sulfato ferroso ($FeSO_{4(aq)}$), preparada no laboratório. É necessário que se aqueça o tubo de ensaio contendo esses dois sais, para formação dos produtos.



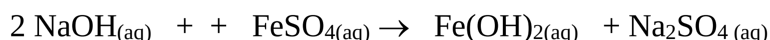
$$2\ NaCN_{(s)} + FeSO_{4(aq)} \rightarrow Fe(CN)_{2(aq)} + Na_2SO_{4(s)}$$

A presença de excesso de íons de $NaCN_{(aq)}$ resultam na formação de um primeiro complexo:

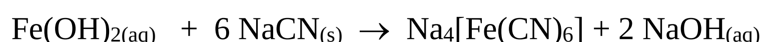


$$Fe(CN)_{2(aq)} + 4\ NaCN_{(s)} \rightarrow Na_4[Fe(CN)_6]_{(s)}$$

Lembre-se que a solução preparada deve estar extremamente básica, pela presença de hidróxido de sódio aquoso. Assim, também teremos uma reação do sal de sulfato ferroso com hidróxido de sódio, resultando na formação de hidróxido Ferroso.

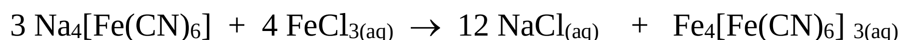


$$2\ NaOH_{(aq)} + + FeSO_{4(aq)} \rightarrow Fe(OH)_{2(aq)} + Na_2SO_{4\ (aq)}$$



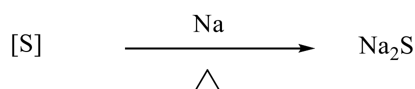
$$Fe(OH)_{2(aq)} + 6\ NaCN_{(s)} \rightarrow Na_4[Fe(CN)_6] + 2\ NaOH_{(aq)}$$

Para a formação do complexo final adicionamos cloreto férrico. Contudo o complexo final só será formado em meio ácido. Assim, é importante diminuir o pH desta solução, acidificando-a com algum ácido (HNO_3 ou H_2SO_4 diluído) e constatando essa mudança com um papel indicador de pH.



$$3\ Na_4[Fe(CN)_6] + 4\ FeCl_{3(aq)} \rightarrow 12\ NaCl_{(aq)} + Fe_4[Fe(CN)_6]_{\ 3(aq)}$$

3.4.3. Teste da presença de Enxofre (Formação do complexo de cor violeta).



$$[S] \xrightarrow[\triangle]{Na} Na_2S$$

A origem do elemento sulfeto é principalmente por aminoácidos como a cisteína que contem a função tioálcool (-RSH). Após o tratamento com sódio, teremos um sal formado chamado d sulfeto de sódio.

Desta vez, para formarmos um complexo com cor violeta, usaremos outro complexo já formado, com o metal ferro, 5 ligantes de CN^- e um ligante NO. A fórmula final é $Na_2[Fe(CN)_5NO]_{(s)}$, e esse complexo é incolor, e a coloração ficará violeta apenas com a presença dos ânions sulfeto S^{-2}.

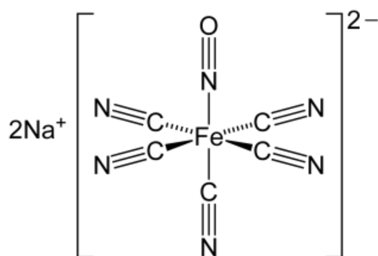


Figura 2. Estrutura do nitroprussiato de sódio

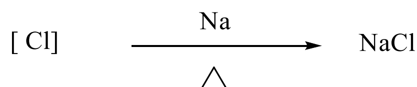
A equação desta reação está representada abaixo:



$$Na_2S_{(s)} + Na_2[Fe(CN)_5NO]_{(s)} \rightarrow Na_4[Fe(CN)_5NOS]$$

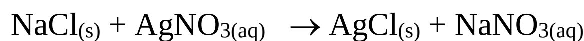
O complexo violeta tem o sulfeto nitroprussiato de sódio cuja fórmula química é $Na_4[Fe(CN)_5NOS]$.

3.4.4. Teste da presença de Cloro (Formação de um precipitado branco).



$$[Cl] \xrightarrow[\triangle]{Na} NaCl$$

Ao contrário dos dois demais elementos, que foram identificados pela formação de complexos organometálicos, podemos constatar a presença de íons cloreto (Cl^-) pela adição de uma solução de nitrato de prata. O metal prata (Ag^+) em contato com os íons cloreto gera instantaneamente a formação de um precipitado de cloreto de prata ($AgCl_{(s)}$). A seguir temos a equação desta reação:



$$NaCl_{(s)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + NaNO_{3(aq)}$$

Alguns xampus utilizam cloreto de sódio em suas fórmulas, e possivelmente, essa poderia ser a origem deste halogênio na amostra orgânica.

3.5. Parte experimental

Reagentes	
Água destilada	Sulfato ferroso ($FeSO_4$)
Sódio metálico	Solução de HNO_3 ou H_2SO_4
Cabelo ou unha	Solução de cloreto Férrico ($FeCl_3$)
Sódio metálico	Solução do nitroprussiato de sódio $Na_2[Fe(CN)_5NO]$
Cabelo ou unha	Nitrato de prata $AgNO_3$

Materiais e Vidraria	
Tubos de ensaio	Béquer de 50mL
Estande para tubos de ensaio	Funil de vidro
Pinça de madeira	Suporte universal
Pinça de aço	Papel filtro
Vidro relógio	Bastão de vidro
Piceta (garrafa lavadora)	Papel indicador de pH
Bico de bünsen	Tesoura ou estilete
Espátula de metal	Balança analítica

3.6. PREPARO DAS AMOSTRAS

3.6.1. Teste de fusão de sódio *Preparação do licor de Lassaigne*

1. Use uma proporção de 5:1 de amostra de sódio para amostra orgânica;
   Obs: Podemos pesar cerca de 400mg de sódio previamente cortado e uma mexa de cabelo.
2. Transfira o sódio e a amostra de cabelo para dentro de um tubo de ensaio, e com ajuda de um bastão de vidro, empurre os reagentes para fundo do tubo;
3. Usando uma pinça de madeira, fixe o tubo de ensaio e aqueça o sobre uma chama produzida pelo bico de bünsen até que o material dentro do vidro fique numa coloração vermelha (aproximadamente 45-60 segundos de aquecimento).
4. Espere o vidro esfriar, e com muito cuidado bata o fundo do tubo de ensaio dentro de um béquer de 50 mL contendo água destilada;

Obs: O tubo de ensaio deve quebrar-se dentro do béquer, cuidado com estilhaços de vidro! Poderá ocorrer uma pequena explosão devido a presença de sódio metálico que não reagiu durante o aquecimento com o material orgânico. Não deixe o tubo cair!!

5. Descarte o tubo de ensaio quebrado em local apropriado (pergunte ao professor);
6. Usando um suporte universal, prenda um funil de vidro sobre uma haste de metal, e Coloque um papel filtro dentro do funil de vidro;
7. Filtre o material do béquer a fim de remover pedaços de vidro, de material orgânico não reagido, etc;
8. Descarte o papel filtro e guarde com cuidado o material filtrado, pois ele será a solução que usaremos para determinar a presença dos elementos N, S e Cl.

   Obs: (Essa solução pode ser chamada de Licor de Lassaigne por alguns autores).

3.6.2. *Determinação da presença de nitrogênio*

1. Adicione a um tubo de ensaio 2,00 ml aproximadamente de **Licor de Lassaigne.**
2. Sobre o licor adicione duas gotas de **sulfato ferroso**;
3. Acrescente algumas duas gotas de **cloreto férrico;**
4. Aqueça até à ebulição o tubo contendo o **cloreto férrico** e **sulfato ferroso**;
5. Acidifique com algumas gotas de **ácido nítrico concentrado** ou ácido sulfúrico diluído;
6. O aparecimento de um precipitado de cor azul da Prússia indica a presença de nitrogênio na amostra.

Obs: Apesar da solução de HNO_3 conter nitrogênio, este está na forma de outro íon e não interfere no resultado deste teste.

3.6.3. *Determinação da presença de enxofre*

1. Adicione a um tubo de ensaio 2,00 mL de **Licor de Lassaigne;**
2. Sobre o licor, (adicione algumas gotas de solução2 a 3 gotas) de nitroprussiato de sódio de $Na_2[Fe(CN)_5NO].2H_2O$;
3. O surgimento de uma coloração violeta indica a presença de enxofre na amostra em análise.

3.6.4. *Determinação da presença de cloreto*

1. Adicione a um tubo de ensaio 2,00 mL de **Licor de Lassaigne;**
2. Acidifique essa solução inicial usando solução concentrada de ácido nítrico;
3. Verifique se está realmente ácido medindo o pH com um papel indicador de pH.
4. Sobre o licor acidificado adicione 3 a 4 gotas de solução aquosa de nitrato de prata.
5. O aparecimento de um precipitado branco (AgCl), indica a presença de halogênio na amostra.

3.6.5. *Presença de outros haletos (Br ou I)*

Obs: outros haletos como o brometo ou iodeto, também reagiriam sobre as condições descritas no item acima, contudo, esses formariam um precipitado amarelado;

Amarelado (BrCl) ou amarelo (ICl);

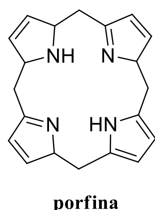
1. Recolha uma ou duas gotas de **Licor de Lassaigne** em um tubo de ensaio,
2. Acidifique-o com algumas gotas (4 ou 5) de ácido nítrico diluído.
3. Sobre o licor, coloque agora uma gota de água clorada e agite o tubo vigorosamente.

O surgimento de uma cor púrpura na camada orgânica indica a presença de iodo.

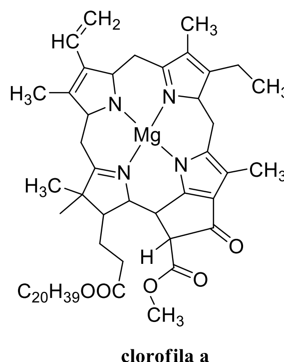
3.7. Alguns complexos e aplicações biológicas

Compostos inorgânicos são importantes para processos biológicos, pois fazem parte funcional do nosso corpo. Por exemplo, o transporte de oxigênio do em alguns seres vivos está relacionado com uma molécula de hemoglobina, constituída de 4 subunidades globina ligadas ao metal Ferro.

Em plantas, as clorofilas também são constituídas de um complexo organometálico de que formam pigmentos de coloração verde, contendo magnésio e ligantes orgânicos conhecidos como porfinas, e está relacionado com o processo de fotossíntese.



porfina



clorofila a

Figura 3. Porfina (ligante) e um complexo (clorofila a).

3.5. QUESTÕES

4. Por que o sulfato de cobre ($CuSO_4.5H_2O$) mudou de cor após o aquecimento?
5. Por que aquecemos uma amostra orgânica com sódio metálico?
6. Qual o motivo da pequena explosão após quebrarmos o tubo de ensaio contendo sódio na água?
7. Qual o gás gerado na reação de sódio com água?
8. Por que formamos complexos organometálicos neste experimento?
9. A constatação da presença dos íons cloreto também é feita pela formação de complexo?
10. Qual a equação de dupla troca para a constatação do íon cloreto?
11. O que é um ligante em um complexo organometálico?
12. Dê um exemplo de ligação peptídica. Mostre duas moléculas genéricas.
13. Qual o pH da solução preparada pela fusão da amostra orgânica com sódio?
14. Como podemos alterar o pH desta solução chamada licor de Lassaigne?
15. Quais os sais formados pela quebra da proteína?

CAPÍTULO 04- Experimentos 03 e 04

RECONHECIMENTO DE ÁLCOOIS, HALOALCANOS, ALCENOS E ALCINOS;

4.1 Objetivos

Compreender reatividade de diferentes funções orgânicas através de simples experimentos práticos;

4.2 Objetivos específicos

Determinação de instauração (Teste de Bayer ou teste com $KMnO_4/OH^-$);

Determinação de instauração (alquilação pela adição de bromo);

Determinação de álcoois (Formação de ésteres com cloreto de ácidos);

Diferenciação de álcoois primários, secundários ou terciários;

Determinação de haletos de alquila;

4.2. Introdução

O avanço da ciência, na área da química orgânica, possibilitou grandes mudanças no mundo moderno. Atualmente, podem-se produzir vários compostos orgânicos,

(fertilizantes, medicamentos, polímeros de diversas utilidades, etc) através de reações químicas. Todo esse processo envolve muitos anos de trabalho, nos quais foi possível determinar como os átomos se ligam entre si, e quais as propriedades dessas ligações.

Dependendo da forma que os átomos se ligam, pode se dizer que uma ligação é iônica (formação de íons pela perda ou ganho de elétrons entre dois átomos) ou covalente (compartilhamento de elétrons entre os átomos). Contudo, alguns elementos (coluna 8A, conhecidos como gases nobres) são encontrados sem se ligar aos outros elementos, mas ainda assim, tem grande estabilidade.

Dessa forma, observou-se como a distribuição eletrônica era constituída nestes elementos que não se ligavam, e, observou-se que eles continham um determinado número de elétrons na última camada (camada de valência). Assim, observou-se que os demais elementos tinham tendência a se combinar para buscar essa estabilidade obtendo o mesmo número de elétrons na camada de valência (conhecida como regra do octeto).

Essa combinação entre os átomos possibilitou a formação de inúmeras moléculas orgânicas, mas de acordo com o número de ligações e os átomos em que estão ligados, esses compostos passam a apresentar propriedades em comum. Logo, podem-se diferenciar vários compostos orgânicos a partir dos "grupos funcionais" ou tipos de átomos e ligações formadas por eles. Dentre os átomos ligados entre si, podem-se ter vários elementos da tabela periódica, mas os átomos mais comuns que estão ligados ao carbono são o hidrogênio, o oxigênio, o nitrogênio, o enxofre e os halogênios.

Quando apenas átomos de carbono estão ligados ao hidrogênio por ligações simples, tem se a função **alcanos**, (determinado pela fórmula C_nH_{2n+2} para alcanos alifáticos* ou de cadeia aberta) ou compostos com ligações duplas e triplas chamados de compostos insaturados: **alcenos** (C_nH_{2n} para alcenos alifáticos) ou **alcinos** (C_nH_{2n-2} para alcinos alifáticos) respectivamente. Caso estes compostos formem ciclos, podemos também ter os ciclo-alcanos, ciclo-alcenos ou ciclo-alcinos, e dependendo do número de insaturações, teremos os compostos **aromático** (ex: benzeno, que tem propriedades diferentes dos outros compostos insaturados).

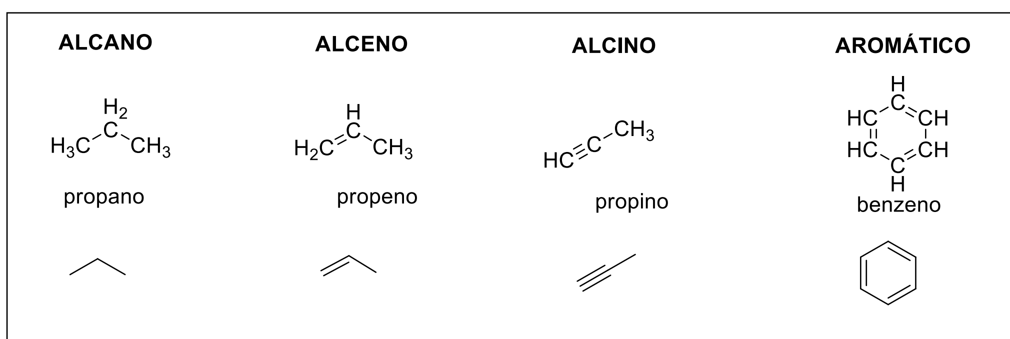


Figura 01. Exemplo de alguns hidrocarbonetos saturados e insaturados.

A presença de ligações duplas e triplas em alcenos ou ciclo-alcenos e alcinos e ciclo-alcinos pode ser identificado por alguns testes como teste de Bayer ou adição de "água de bromo".

Outra função muito importante é a função de **álcoois**, em que um grupo hidroxila (-OH) está ligado ao carbono saturado. Dependendo do tipo de carbono que está ligado à hidroxila, pode-se classificá-la em álcoois primários (hidroxila ligada a um carbono ligado a somente outro carbono ou a apenas átomos de hidrogênio), secundários (hidroxila ligada a um carbono ligado a dois átomos de carbono) ou terciários (hidroxila ligada a um carbono ligado a três átomos de carbono), e a reatividade desses alcoóis também é diferenciada.

Obs: Quando uma hidroxila está diretamente ligada ao anel benzênico, as propriedades desses compostos são diferentes das do de álcoois estes compostos levam o nome da função de **fenóis**.

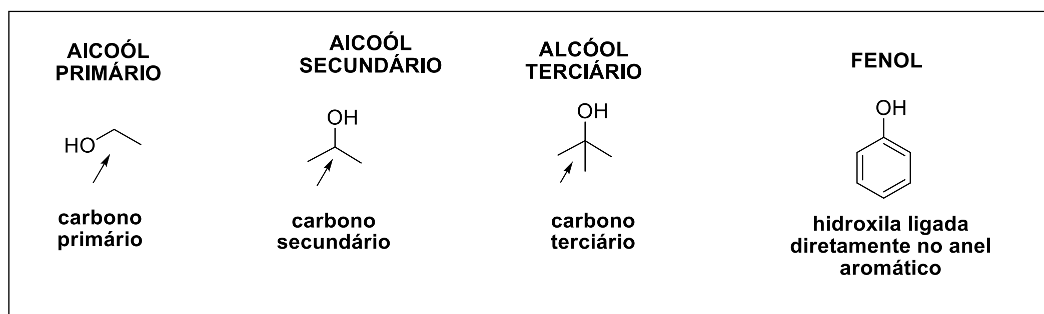


Figura 02. Álcool etílico, isopropílico, *terc*-butílico e fenol.

A função chamada **haloalcanos** ou **haletos de alquila** consiste na ligação de halogênios (F-, Cl-, Br- e I-) ao carbono. Haloalcanos são compostos muito importantes

na química orgânica, e dentre uma das suas aplicações, servem como reagentes para reações de eterificação (reação de Williamson).

É importante destacar, que um mesmo composto orgânico pode conter mais de uma função orgânica. Sendo assim, várias moléculas de origem natural ou sintética contêm os grupos descritos acima, assim como outros grupos ainda não descritos neste capítulo.

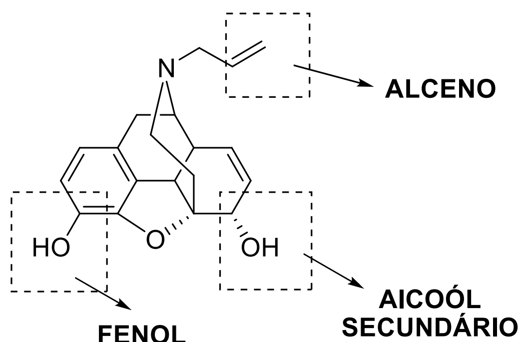


Figura 03. Análogo opióide chamado Nalorfina.

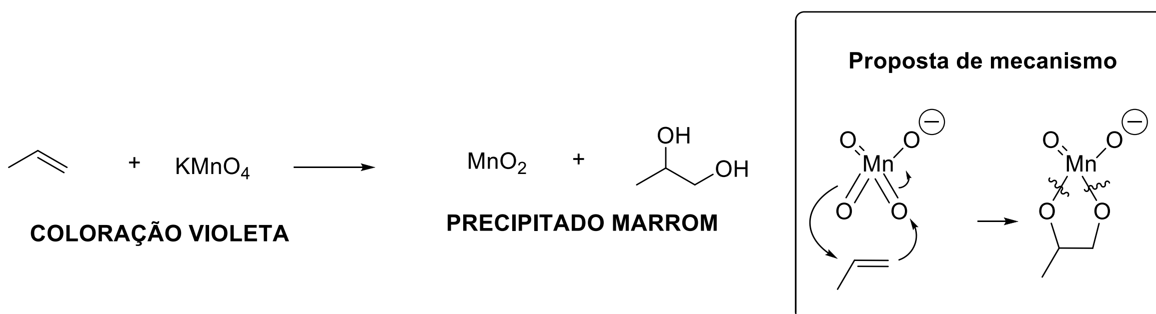
4.3. Testes para determinação de grupos insaturados, álcoois e tipos.

4.3.1. Identificação de grupos insaturados

(*Teste de Bayer)*

Alcanos se diferem de alcenos e alcinos, pois hidrocarbonetos saturados são muito pouco reativos, diferentemente dos hidrocarbonetos instaurados que reagem na presença de certos reagentes.

A adição de uma solução de permanganato de potássio ($KMnO_4$) em meio básico, na presença de compostos contendo duplas ou triplas, leva a formação de novos produtos.



Esquema 01. Reação de Bayer e proposta de mecanismo da reação.

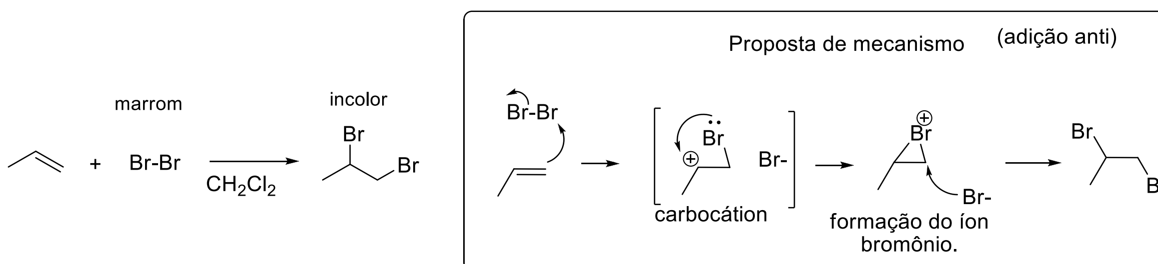
Assim, o que se identifica é a formação de um precipitado marrom (MnO_2) e o desaparecimento da cor de solução violeta de $KmnO_4$, pois o metal manganês reduz e oxida o composto insaturado.

Obs: Apesar de compostos aromáticos serem também insaturados, os mesmos não tem a mesma reatividade de alcenos e alcinos, e por isso dão negativo nos testes para determinação de insaturação.

(Teste da água de bromo ou Bromação de alcenos e alcinos)

Ligações insaturadas tais como duplas e triplas, são ricas em densidade eletrônica (chama-se de nucleófilos), e esses elétrons podem reagir com determinadas moléculas neutras ou deficientes de elétrons (eletrófilos).

A molécula de bromo contém dois átomos de bromo ligados por uma ligação covalente fraca. Quando os elétrons da insaturação "atacam", resulta em uma quebra da ligação da molécula de bromo, em que os dois elétrons da ligação ficam em apenas um dos átomos (quebra heterolítica). Posteriormente, este átomo que ficou com uma carga negativa, poder reagir novamente, para formar o produto mostrado na **equação 03**.



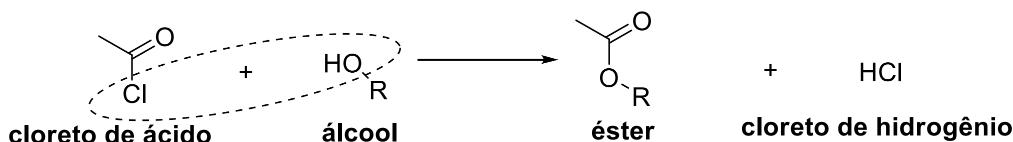
Esquema 02. Reação de adição e proposta de mecanismo da reação.

O resultado é o desaparecimento da coloração vermelhada (coloração das moléculas de bromo) devido à incorporação de dois átomos de bromo na alceno, gerando um brometo que não tem cor.

4.3.2. Identificação de Álcoois

Haletos de ácidos são funções (RCOX) em que um grupo carbonila está ligado a um halogênio. Essas funções reagem com álcoois, aminas e água para formar respectivamente ésteres (ROOR'), amidas ($RONR_2$) e ácidos carboxílicos (ROOH). O

haleto de ácido mais comum é quando se tem um cloro ligado ao grupo carbonila (RRC=O) chamado de cloreto de ácido.

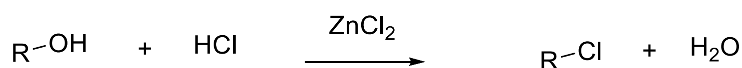


Esquema 03. Reação genérica do Teste de Lucas.

A reação deste cloreto de ácido (no caso cloreto de acetila) com um álcool inespecífico produzirá um éster e sairá HCl, que pode ser evidenciado aproximando-se um papel tornassol azul no orifício do tubo reacional, que mudará de cor, pela saída de HCl. **Equação 03**.

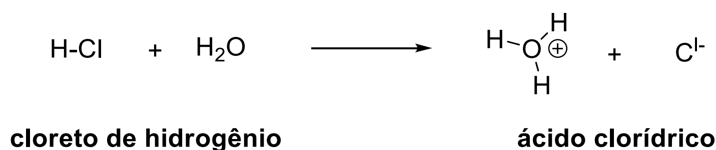
4.3.2.1 Diferenciação de álcoois.

Teste de Lucas



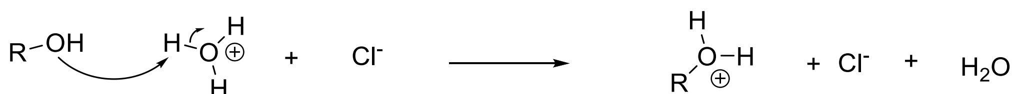
Esquema 04. Reação genérica do Teste de Lucas.

Ácido clorídrico concentrado pode ser obtido borbulhando cloreto de hidrogênio (H-Cl) em água, e os produtos obtidos são íon hidrônio e o íon cloreto. Quando se usa uma solução de ácido clorídrico concentrado, na verdade, não existe a molécula H-Cl na solução, pois ocorre uma reação ácido-base com a água, e o equilíbrio é deslocado para formação dos produtos.



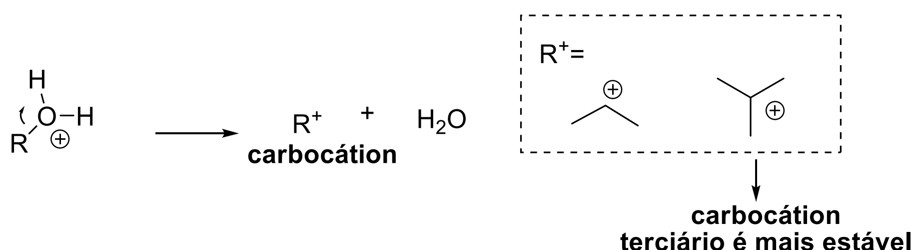
Esquema 05. Formação do ácido clorídrico a partir do cloreto de hidrogênio.

Essa solução de HCl concentrada será usada no teste de Lucas. Assim, a hidroxila de alcoóis será protonada em neste meio pela reação com o íon hidrônio.



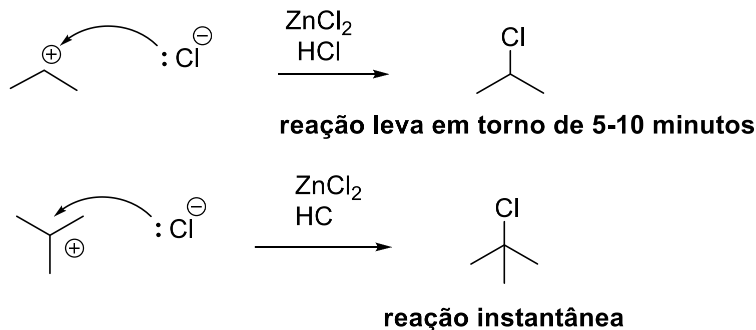
Esquema 06. Protonação de um álcool em meio ácido.

Posteriormente, a ligação carbono oxigênio fica enfraquecida, e dependendo da cadeia carbônica, a quebra de ligação pode ocorrer, resultando na formação de um carbocátion. Como alcoóis terciários tem três grupos alquila, são muito mais reativos do que álcoois secundários, que só tem dois grupos alquila diretamente ligados na hidroxila.



Esquema 07. Formação de um carbocátion.

Esses grupos (alquila) podem doar densidade eletrônica, que resulta na estabilização do carbocátion formado. Álcoois primários não formam carbocátions estáveis e por isso não reagem durante este teste. Posteriormente, os carbocátions vão reagir com o cloreto, resultando na formação de cloretos de alquilas.



Esquema 08. Formação de haloalcanos a partir de carbocátions secundários e terciários.

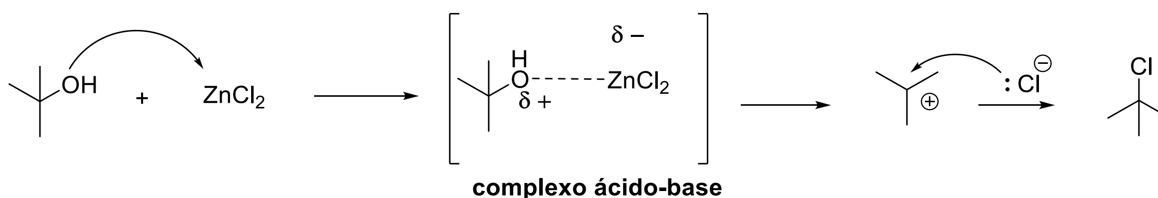
Finalmente, os carbocátions reagem com o íon cloreto para levar a formação de cloretos de alquila, que são insolúveis em água, e resultam na turvação final da solução. Apenas álcoois terciários e secundários formarão esses produtos, e assim, pode-se também diferenciá-los pelo tempo de reação. **Tabela 01.**

Tabela 01. Reatividade dos Álcoois usando o Reagente de Lucas (HCl, $ZnCl_2$)

Tipo de Álcool	Tempo de formação do Produto
Terciário	Instantânea

Secundário	5-10 minutos
Primário	Não forma produtos nestas condições

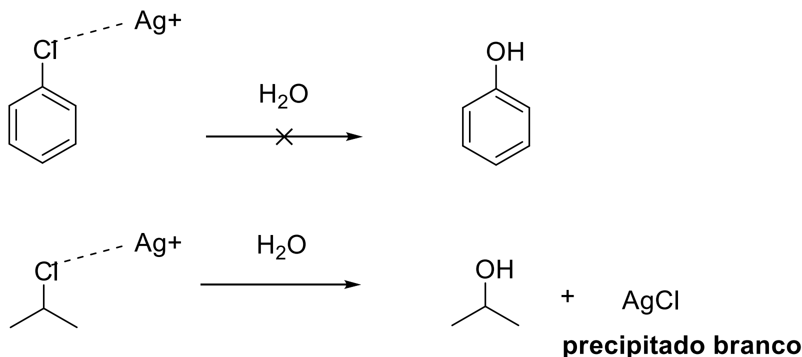
O uso de uma solução de Cloreto de Zinco em HCl concentrado pode ser justificada, pois o cloreto de Zinco é um ácido de Lewis, e este, também pode reagir com a hidroxila do álcool, formando um complexo inicial, em que a ligação carbono oxigênio fica enfraquecida. Posteriormente, também se forma o carbocátion.



Esquema 08. Reação de um álcool terciário com o reagente de Lucas ($HCl/ZnCl_2$).

4.3.2. Diferenciação de haletos de alquila alifáticos e aromáticos

Haletos de alquila podem estar ligados a carbonos saturados (haletos alifáticos) ou haletos de alquila aromáticos (quando o halogênio está diretamente ligado a um anel aromático).



Esquema 09. Reação de haletos de alquila alifáticos com uma solução alcoólica de nitrato de prata ($AgNO_3$).

Apenas haletos de alquila alifáticos vão reagir na presença de uma solução de nitrato de prata, para formar um precipitado branco, e um respectivo álcool. Haletos aromáticos são inertes nestas condições de reações, pois quando um halogênio está ligado diretamente no anel, à aproximação de nucleófilos é dificultada pelos elétrons do anel, impossibilitando a reação.

4.4. Parte experimental

Materiais e Vidraria	
Tubos de ensaio	Béquer de 50mL
Estande para tubos de ensaio	Papel tornassol
Pinça de madeira	Pipeta de 5mL
Pinça de aço	Rolha para tubo de ensaio
Bastão de vidro	Conta gotas
Piceta (garrafa lavadora)	Papel indicador de pH
Bico de bünsen	Bastão de vidro

Reagentes	
Água destilada	Hexano
Solução aquosa de KMnO4	Ciclohexeno
Solução de HCl conc. Reagente de Lucas	Cloreto de acetila
Cloreto de Zinco anidro Reagente de Lucas	*Terc*-butanol
Solução de 10% de formol	Cloreto de *Terc*-butila
Solução de 10% de $NaHCO_3$	Ácido acético
Solução de 10% de formol	2,4-Dinitrofenilhidrazina
Solução de 10% de cloreto férrico	
Solução aquosa de tartarato duplo de sódio e potássio (SOLUÇÃO A)	Acetona
Solução aquosa de $CuSO_4.5H_2O$ (SOLUÇÃO A)	Etanol

Preparo da solução de Lucas

Colocar 10 ml de uma solução de ácido clorídrico concentrado em um béquer e resfriar com banho de gelo, e depois adicionar 16 gramas de cloreto de zinco anidro ($ZnCl_2$) sobre agitação constante até que todo o sal se dissolva. Estocar um frasco âmbar fechado. (http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ja01365a053)

4.5. DIFERENCIAÇÃO DE ALCANOS, ALCENOS E ALCINOS

4.5.1. Determinação da insaturação pelo Teste de Bayer

1. Observe que na bancada, existem vários frascos com substâncias desconhecidas. Transfira uma pequena quantidade (cerca de 1 ml) das soluções contendo **os rótulos 1** e **rótulo 2** para dois respectivos tubos de ensaio que estão localizados na frente destes frascos;

2. Adicione algumas gotas (3-5 gotas) de uma solução de permanganato de potássio e observe se ouve desaparecimento da cor violeta ou não;
3. Prossiga para o próximo teste usando novos tubos e reagentes;

4.5.2. Determinação da insaturação pelo Teste com água de Bromo

1. Novamente, transfira cerca de 1 mL (soluções contendo **os rótulos 1** e **rótulo 2**) para dois novos tubos de ensaio secos e limpos;
2. Adicione gotas de Bromo diluído em diclorometano em cada tubo;
3. Observe qual solução à coloração desapareceu;

   Obs: O desaparecimento da coloração confirma a presença de hidrocarbonetos insaturados;
4. Descarte todas as soluções finais em local apropriado e prossiga para outros testes.

DETERMINAÇÃO DE PRESENÇA DA FUNÇÃO ÁLCOOL

Uso do cloreto de acetila (com a formação de cloreto de hidrogênio)

O teste na reação do cloreto de ácido (cloreto de acetila) com um álcool é inespecífico é será positivo para álcoois primários, secundários e terciários.

1. Transfira uma pequena quantidade (1 mL) da solução desconhecida para um tubo de ensaio seco.
2. Adicione, usando uma pipeta, cloreto de acetila, gota a gota e com constante agitação.
3. Observe que a reação é muito exotérmica (gera calor);
4. Peque um pequeno papel tornassol azul, e coloque o orifício do tubo de ensaio, (caso o gás cloreto de hidrogênio esteja sendo formado o papel tornassol azul mudará de cor para vermelho).

4.4.3. Teste de Lucas – Teste para diferenciação entre álcoois primários, secundários e terciários.

1. Usando três novos tubos de ensaio, transfira respectivamente uma pequena quantidade (1 ml) das frascos 3, 4 e 5.

2. Usando um conta gotas, adicione algumas gotas (5-8 gotas) do reagente do Lucas, tampe os tubos de ensaio com 3 rolhas de borracha, agite os tubos e coloque os na estande;
3. A partir dos resultados, os álcoois terciários reagiram rapidamente (ou instantaneamente), os álcoois secundários levaram cerca de 5-10 minutos e os álcoois primários não reagirão.

Obs: Compostos orgânicos com cadeias maiores que 6 átomos de carbono, serão insolúveis na solução aquosa, e por isso, não se pode fazer este teste.

4.4.4. *Teste para haletos*

1. Peque um novo tubo de ensaio e adicione cerca de 1mL de frasco 6;
2. Adicione a solução alcoólica de nitrato de prata;
3. Observe se houve turvação ou não (e assim diferencie entre haletos de alquila alifáticos ou aromáticos).

Questionário PARTE 1.

1. Explique o que é uma função orgânica.
2. Defina as funções alcanos, alcenos, alcinos, álcoois (primários, secundários e terciários),f enóis, haletos de alquila alifáticos e aromáticos, e haletos e ácidos;
3. Explique porque o angulo da ligação de um alceno deve sempre ser de 120° e um alcino deve ser sempre de 180°?
4. O que é do Reagente de Bayer. O que se observa caso exista uma insaturação?
5. O reagende Br_2/DCM (diclorometano) serve para determinar qual tipo de função? Qual o produto formado?
6. Qual o teste feito para determinar uma função álcool?
7. Por que o teste de determinação da função álcool gera H-Cl?
8. Qual a diferença de cloreto de hidrogênio e ácido clorídrico?
9. Qual a estrutura do cloreto de etila? Qual a sua função orgânica? Que produto é formado usando etanol como reagente?
10. O que é um carbocátion?
11. Defina carbocátions primários, secundários e terciários?
12. Qual o carbocátion mais estável? Por quê?
13. Qual teste leva formação de carbocátion?

14. Por que se usa $ZnCl_2$ no teste de Lucas? O que se pode constatar durante este teste?

15. Como se pode diferenciar haletos de alquila alifáticos e aromáticos?

16. Qual o produto formado da reação de um álcool com ácido clorídrico (primeira etapa)?

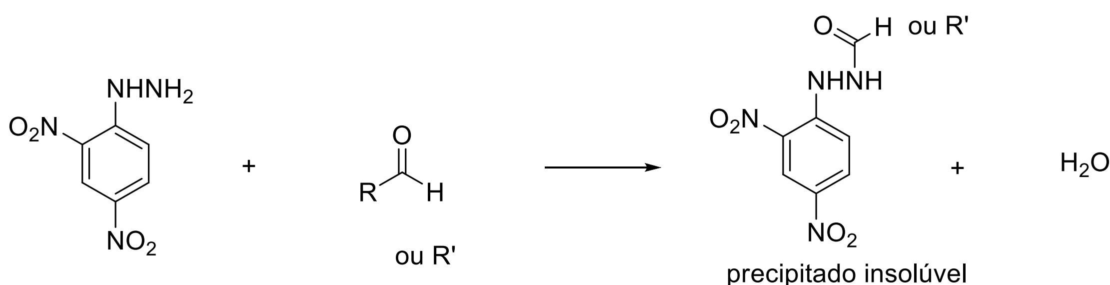
17. Por que se forma um precipitado branco durante a reação do teste de Lucas?

18. Por que se forma um precipitado branco durante a reação do teste de haletos alifáticos?

Vários compostos orgânicos apresentam a função carbonila (os átomos de oxigênio e carbono ligados por uma ligação dupla, C=O) denominados compostos carbonílicos nas seguintes funções: cetonas, aldeídos, ácidos carboxílicos, amidas e os ésteres. Óleos essenciais tais como mentona (uma cetona, presente em enxaguantes bucais), e cinamaldeído (um aldeído, cheiro e sabor da canela), o ácido acético (ácido acético conhecido como vinagre e representado pela cicla HOAC – constituído de uma carbonila e uma hidroxila, sendo assim chamado de carboxila), e aromas de várias frutas tais como banana, framboesa, abacaxi (estéres alifáticos com variadas cadeias carbônicas).

4.4.5. ***Teste para identificar presença do grupo carbonila***

O grupo carbonila (C=O) pode estar presente tanto em aldeídos, cetonas, ésteres, amidas ou ácidos carboxílicos. O teste abaixo só serve para identificar a presença deste grupo, não define em que classe de compostos ele está. Os compostos carbonílicos reagem com o *2,4-dinitrofenilhidrazina* que produz um precipitado insolúvel, conforme equação genérica abaixo:



Esquema 1. *Reação da 2,4 dinitrofenilhidrazina com um composto carbonílico.*

1. Em sua bancada de trabalho tem um frasco contendo um composto químico rotulado com o rótulo 7. Transfira algumas gotas desse conteúdo para um tubo de ensaio.
2. Em seguida, adicione algumas gotas do reagente 2,4-dinitrofenilhidrazina e observe o resultado;
3. Se houver formação de um precipitado colorido, ou mudança de cor do meio reativo, significa que está presente a carbonila.

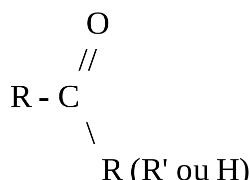
4.6. Objetivos do experimento 04

. Fazer testes de caracterização de aldeídos, cetonas e grupo carbonila.

. Reconhecimento de grupo carboxílico.

4.6.1. ***Teste para caracterização de aldeídos e cetonas***

No experimento 4.4.5 é mostrado como se faz para detectar a presença do grupo carbonila.



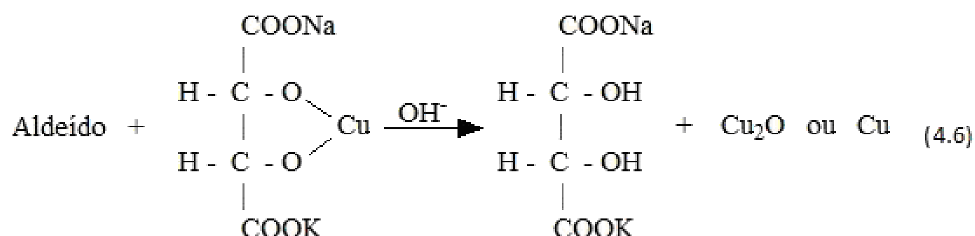
O experimento não consegue levar a uma distinção se o grupo carbonila faz parte de um aldeído ou de uma cetona. Para esta distinção podemos fazer uso do teste de *Fehling*. Este teste consiste em colocar para reagir o material em estudo com o *reagente de Fehling*.

Se for aldeído haverá formação de um precipitado de cobre metálico que se fixa nas paredes do tubo de ensaio, produzindo um espelho de cobre.

Se for cetona não corre reação visível. O referido reagente constitui-se de duas soluções que denominaremos de *solução A e solução B:*

- *Solução A:* solução de tartarato duplo de sódio e potássio;
- *Solução B*: solução de sulfato cúprico

Abaixo se mostra uma reação genérica para os aldeídos submetidos ao teste em questão.



1. Em sua bancada de trabalho tem um ***frasco*** contendo um composto químico rotulado com o rótulo **8** e outro contendo outro composto químico, rotulado com rótulo **9**, tem

também o *reagente de Fehling* que é constituído das duas soluções as quais estão rotulados como *solução A e solução B.*

2. Rotule um tubo como ***tubo de ensaio* 9**, e neste tubo adicione 1,00 mL de solução A e 1,00 mL de solução B Agite.
3. Adicione à mistura três gotas do composto **8** e aqueça em um tubo de ensaio. Anote se houve alguma variação de cor.
4. Repita o procedimento anterior usando agora o composto **9**.
5. No tubo que houver o aparecimento de um precipitado vermelho tijolo (espelho de cobre) estará presente um aldeído.

4.7.2. *Teste para identificar presença do grupo carboxílico*

Os ácidos carboxílicos, sendo substâncias ácidas, reagem prontamente com substâncias básicas ou álcalis. Ao se fazer reagir um ácido carboxílico com uma substância básica, tal como o bicarbonato de sódio, $NaHCO_3$, percebe-se com bastante nitidez o desprendimento de um gás, este gás desprendido é o gás carbônico, CO_2.

1. Em sua bancada de trabalho tem um ***frasco*** contendo um composto químico, rotulado com o rótulo **10**. Este frasco contém bicarbonato de sódio.
2. Rotule um tubo como ***tubo de ensaio 10***, e adicione neste tubo 1,00 mL do composto do frasco **10**.
3. Se houver formação de gás, o composto testado deve ser um ácido.

4.8. Questionário

1. Em quais funções da química orgânica o grupo carboxílico se faz presente?
2. Qual a constituição do Reagente de *Fehling*?
3. Que pistas são dadas para se descobrir se um composto é ou não um aldeído, usando-se o Reagente de *Fehling*?
4. Que compostos inorgânicos são formados quando se reage um aldeído com *Reagente de Fehling*?
5. O que nos permite afirmar com certeza que um composto contendo um grupo carboxílico irá reagir com bicarbonato de sódio?